

V-7 人工ゼオライトを用いたセメント硬化体の調湿特性に関する研究

日本興業株式会社 正会員 ○伊達真吾
愛媛大学工学部 正会員 氏家 勲

1. はじめに

消費者の住空間の快適性への要求の高まりにより、建築用内装材の調湿性が話題になっている。これに対応すべく製造者は、従来の天然木材だけでなくゼオライトや珪藻土等を利用した無機系の調湿建材を市場に送りだしている。本研究では、石炭灰から化学的に転換させた人工ゼオライトをセメントモルタルに混入した供試体を作製し、その調湿機能について検討を行った。

2. 実験概要

2-1 供試体

ゼオライトの混入率は内割りで 66.7%, 50%, 33.3%, 0% と変化させた。練混水量は施工できるワーカビリティの範囲でできるだけ少なくした。なお、ゼオライトを使用した場合に高性能 AE 減水剤を結合材質量に対して 4% 使用した。

表-1 供試体の配合

供試体 種類	水結合材比 W/(C+Z)	ゼオライト 混入率 Z/(C+Z)	単位量 (kg/m ³)				
			水 W	セメント C	細骨材 S	人工 ゼオライト Z	高性能AE 減水剤 Sp
ZM1	70	66.7	365	173.8	1042.8	347.6	20.9
ZM2	55	50	312.5	284.1	1136.5	284.1	22.7
ZM3	40	33.3	248.8	414.7	1244.2	207.4	24.9
CM	40	0	269.4	673.5	1347	0	0

また、細骨材は結合材質量の 2 倍使用した。表-1 に供試体の配合を示す。供試体は 20×20×1cm の板状であり、14 日間水中養生した。

2-2 実験方法

調湿性実験はその試験方法が確立されていない

ので、平衡含水率の相対湿度特性試験と周期定常調湿性試験¹⁾を行った。平衡含水率の相対湿度特性試験では環境湿度と水分吸着が平衡状態における試料の質量を温度一定下で環境湿度を変えて測定し、水分の吸脱着曲線を求めた。周期定常調湿性試験では温度を 20℃ に保った室内に図-1 のように供試体を電子天秤に吊り、容器を変えて供試体周囲の相対湿度を 1 日毎に変動させ、吸放湿に伴う重量

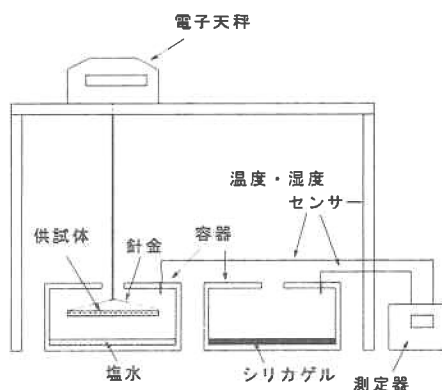


図-1 周期定常調湿性試験概要

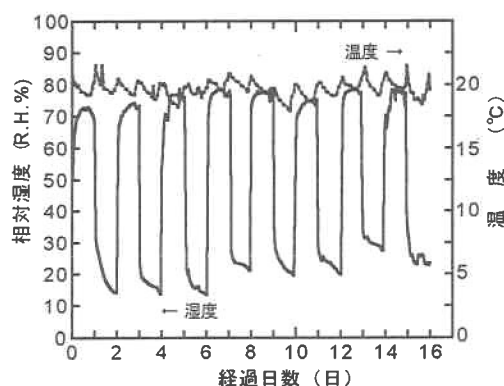


図-2 相対湿度の経時変化

変化を測定した。なお、吸湿には相対湿度を 70~80% に設定するために飽和食塩水を用い、放湿には相対湿度を 20~30% に設定するためシリカゲルを用いた。図-2 は温度と湿度の経時変化を、図-3 は供試体質量の経時的な質量変化の一例を示す。質量変化が周期的にほぼ定常と判断した時点で 1 周期分 (2 日間) を取り出し、図-4 に示す吸放湿特性曲線を求め、吸放湿特性に関する指標をそれぞれ求めた。吸放湿特性曲線で囲まれる面積 S (吸放湿性能) は調湿性を評価する上で最も重要な指標である。S の値が大きいくほど、調湿性に優れている。最大吸放量 H は吸放湿性能 S に大きく関わるため、調湿性に関して S に続く重要な指標である。勾配 D1 は値が大きいくほど初期段階での吸湿力が大きく、勾配

変化を測定した。なお、吸湿には相対湿度を 70~80% に設定するために飽和食塩水を用い、放湿には相対湿度を 20~30% に設定するためシリカゲルを用いた。図-2 は温度と湿度の経時変化を、図-3 は供試体質量の経時的な質量変化の一例を示す。質量変化が周期的にほぼ定常と判断した時点で 1 周期分 (2 日間) を取り出し、図-4 に示す吸放湿特性曲線を求め、吸放湿特性に関する指標をそれぞれ求めた。吸放湿特性曲線で囲まれる面積 S (吸放湿性能) は調湿性を評価する上で最も重要な指標である。S の値が大きいくほど、調湿性に優れている。最大吸放量 H は吸放湿性能 S に大きく関わるため、調湿性に関して S に続く重要な指標である。勾配 D1 は値が大きいくほど初期段階での吸湿力が大きく、勾配

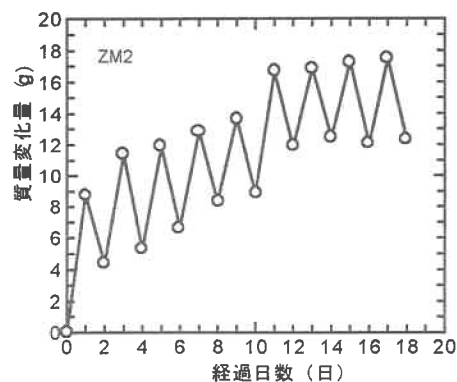


図-3 供試体質量変化量の経時変化

D2 は吸湿定常を示しており、値が0に近いほど定常であることになる。本研究では6時間間隔で供試体の質量変化を測定した。ただし、吸湿開始後3時間と吸湿終了前3時間は1時間おきとした。吸放湿量は供試体の質量変化量を供試体の表面積Aで除し、さらに周囲絶対湿度変動幅 ΔX で除した。周囲絶対湿度変動幅とは、一定に保ったある温度における空気中の蒸気圧を変動させたときの絶対湿度差のことであり、湿度差100%で15.56(g/kg)の変動幅とした。吸放湿性能Sは吸放湿特性曲線と時間軸で囲まれる部分の面積を測定した時間毎に台形公式により求めた。最大吸放湿量Hは吸湿終了時の値とした。初期応答性D1は、測定開始から1時間おきの勾配を求め、測定開始後3時間までを平均した。定常判定D2は吸湿測定終了3時間前から1時間おきの勾配を平均した。

3. 実験結果

図-5は人工ゼオライトを混入したモルタル板の吸放湿特性曲線を示す。人工ゼオライト無混入のモルタルに比べて、人工ゼオライトを混入したものでは、初期応答性、最大吸放湿量が大きくなり、その結果、吸放湿性能も大きくなっている。図-6はモルタルの吸放湿性能に及ぼす人工ゼオライト使用量の影響を示している。モルタルの調湿性能が人工ゼオライトの混入により改善されることから、吸放湿性能も単位ゼオライト量の増加とともに直線的に増加している。図-7は人工ゼオライト混入モルタルの調湿性能を木材（もみ）および石膏ボード（市販）と比較したものである。石膏ボードの調湿性能は低く、初期の吸湿後、ほぼ定常状態に達している。吸放湿性能で比較すると、ZM1は石膏ボードの約6倍、木材（もみ）と比べてみても約1.4倍の調湿性能を有している。図-5において吸湿時間が1日であるため、どのモルタルも定常判定D2は0となっていない。そこで図-8は相対湿度と平衡吸水量の関係を示す。平衡吸水量も人工ゼオライトを混入することにより大きくなっている。人工ゼオライトを混入したZM1の最大平衡吸水量は無混入CMの場合の約2.6倍となっている。

4. まとめ

本実験の範囲において、人工ゼオライトを混入することによりモルタルの調湿性能を著しく改善することができ、木材より優れた吸放湿特性を有することがわかった。その調湿性能の改善効果は人工ゼオライトの使用量とともに高くなる。しかしながら、人工ゼオライトの使用量が多くなると強度が低下するので、建材としての強度を確保することを検討する必要がある。最後に、本研究は財団法人トステム建材産業振興財団第8回研究助成による研究の一部であり、記して謝意を表す。また、平衡吸着量の測定には名古屋大学大学院工学研究科木全博聖氏のご助力を得た。ここに謝意を表します。

〈参考文献〉1)荒井良延他5名：ゼオライト系調湿パネルに関する研究開発，日本建築学会大会学術講演概要集（関東）pp.1229-1230，1993。

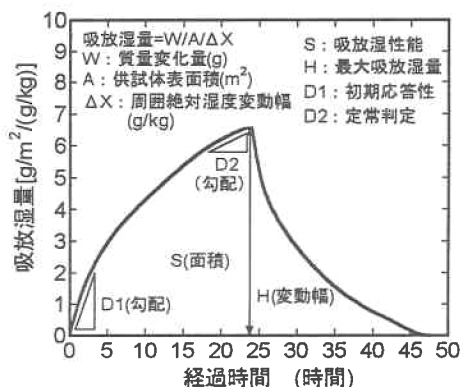


図-4 吸放湿特性曲線とその指標

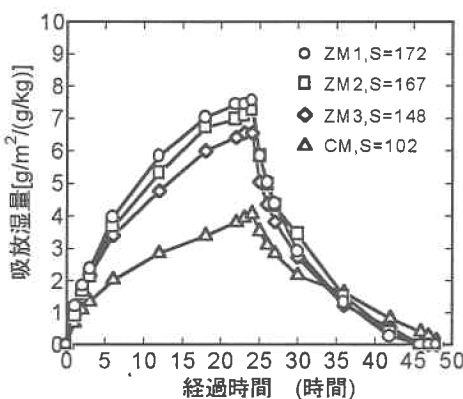


図-5 ゼオライト混入供試体の吸放湿特性

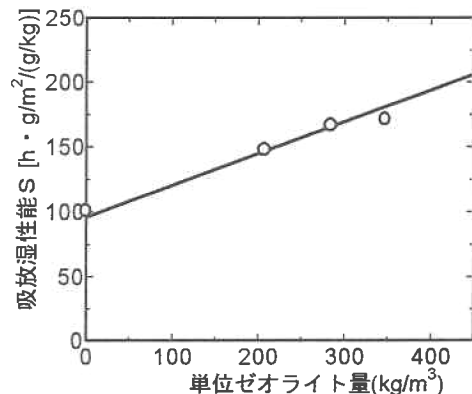


図-6 吸放湿性能と単位ゼオライト量の関係

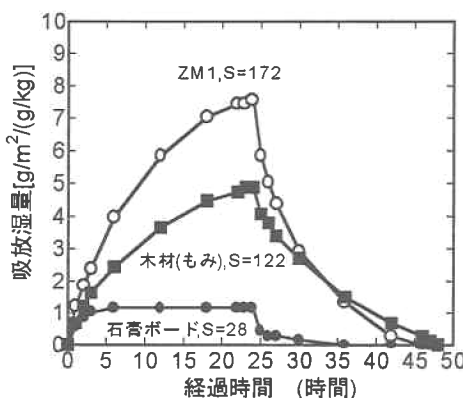


図-7 吸放湿性能の比較

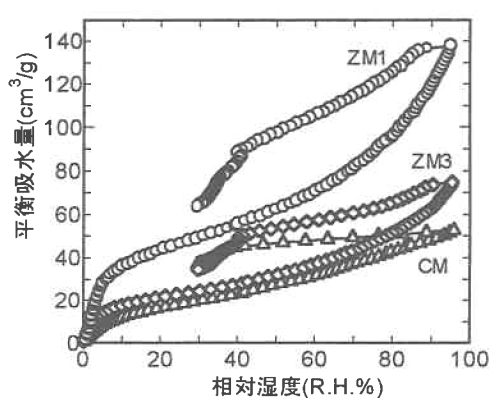


図-8 相対湿度と平衡吸水量の関係